

Foto: Jô de Farias Lima



Sistema Fechado Simples de Recirculação para Recria de Peixes ou Camarões de Água-Doce

Jô de Farias Lima¹
Marcos Tavares-Dias²
Eliane Tie Oba Yoshioka³
Evandro Freitas dos Santos⁴
Sting Silva Duarte⁵
Argemiro Midones Bastos⁶
Daniel Montagner⁷

Introdução

A produção na aquicultura tem crescido nos últimos anos em resposta ao aumento da demanda. A intensificação da produção de peixes e camarões amplia a produção de dejetos, uso de água e demanda por energias fósseis (MARTINS et al., 2005, 2011). Uma das soluções para estas preocupações ambientais é a criação de peixes em Sistemas de Aquicultura de Recirculação (SAR). Estes sistemas visam a criação intensiva de peixes com a reutilização da água após tratamentos mecânico e biológico, de forma a reduzir a emissão de poluentes para o ambiente, como também a necessidade de grande quantidade de água e de energia. Assim,

a água oriunda da unidade de cultivo atravessa filtros mecânicos para remoção de materiais sólidos (resíduos de ração e fezes) e destes passa para o filtro biológico, no qual sofre mineralização de compostos orgânicos e desnitrificação através da atividade de bactérias, que vivem livres na água ou fixadas ao substrato do filtro. A realização da oxidação da amônia a nitrito ocorre através da ação das bactérias *Nitrosomonas*; e de nitrito a nitrato, através da ação das bactérias *Nitrobacter* (MARTINS et al., 2005, 2011).

SARs oferecem vantagens pela redução do consumo de água (VERDEGEM et al., 2006), gestão de resíduos e reciclagem de nutrientes (PIEDRAHITA,

¹ Biólogo, doutor em Zoologia, pesquisador da Embrapa Amapá, Macapá, AP.

² Biólogo, doutor em Aquicultura, pesquisador da Embrapa Amapá, Macapá, AP.

³ Bióloga, doutora em Ciências Fisiológicas, pesquisadora da Embrapa Amapá, Macapá, AP.

⁴ Engenheiro de Pesca, bolsista nível superior pela FAPEAP, Macapá, AP.

⁵ Graduando do Curso de Engenharia de Pesca pela Universidade do Estado do Amapá, bolsista de iniciação científica (CNPq/Embrapa), Macapá, AP.

⁶ Licenciado em Física, doutorando em Biodiversidade e Biotecnologia pela BioNorte, professor do Instituto Federal do Amapá, Macapá, AP.

⁷ Zootecnista, mestre em Zootecnia, analista da Embrapa Amapá, Macapá, AP.

2003), manutenção da higiene e controle de doenças (SUMMERFELT et al., 2009; TAL et al., 2009), além de controles biológicos e de poluição (ZOHAR et al., 2005). Outra vantagem da aplicação desta tecnologia, é a possibilidade de produzir alimento com maior proximidade dos centros urbanos, pois necessitam de pouco espaço para funcionamento (MASSER et al., 1999; SCHNEIDER et al., 2010). Os SARs podem ser integrados a cultivos de animais ou vegetais, melhorando a eficiência produtiva da propriedade aquícola sem que haja prejuízo ao meio ambiente (ALI et al., 2010; MARENGONI et al., 2013; MARTINS et al., 2011).

Tendo em vista que as questões operacionais, estruturais ou econômicas do sistema de recirculação são os principais gargalos dos empreendimentos que utilizam os sistemas de recirculação, o presente comunicado técnico vem apresentar um sistema simplificado de recirculação, utilizando filtro mecânico-biológico de baixo custo para ser utilizado em pequenas propriedades com foco na recria de peixes e camarões de água-doce.

Descrição do sistema fechado de recirculação

Local de instalação

O sistema poderá ser instalado em qualquer galpão ou estufa previamente construída, desde que não exista produtos tóxicos ou excesso de poeira para evitar contaminação cruzada da água. A área para instalação da estrutura deve ser plana e de no mínimo 15 m². Quanto à água de abastecimento, a mesma deve possuir parâmetros mínimos de qualidade, podendo ser de chuva, poços, rios ou lagos.

Indicações para uso do sistema

Este sistema é indicado como berçário para peixes redondos (tambaqui e seus híbridos), tilápias e camarões de água-doce. Este sistema consiste basicamente na reutilização da água tratada por um filtro mecânico-biológico, no qual ocorre a retenção de materiais sólidos (fezes e restos de ração) e o metabolismo dos compostos nitrogenados (amônia e nitrito), evitando que atinjam níveis tóxicos. Este sistema fechado de recirculação permite reduzir os custos com água e energia, pois possibilita melhor controle dos parâmetros de qualidade de água como temperatura, pH, turbidez, dureza, oxigênio dissolvido, amônia, nitrito e nitrato. É recomendado para

criadores que possuem áreas reduzidas ou onde a água é escassa ou possui custos elevados.

O sistema de recirculação é constituído por tanques de cultivo e filtro mecânico-biológico, permitindo a recria de até 1.500 alevinos de peixes redondos onívoros como tambaqui, pirapitinga e seus híbridos e até 1600 alevinos de tilápias (peso inicial de 1 g), nas densidades de 375 peixes/m³ e 400 peixes/m³, respectivamente. A duração do cultivo varia de 40 a 60 dias, quando os peixes terão alcançado aproximadamente 70g a 100 g e 40g e 70g, respectivamente. No caso de camarões de água-doce, como o camarão-da-Amazônia (*Macrobrachium amazonicum*), é possível fazer a recria de até 20.000 pós-larvas durante 30 dias, sendo 5 mil por caixa de mil litros, desde que se utilize no tanque de cultivo substratos para ampliar a área útil do tanque e minimizar o canibalismo.

Infraestrutura: tanques de cultivo e filtro mecânico-biológico

No presente sistema, serão utilizados como tanques de cultivo quatro caixas de água de 1000 L e uma caixa de 250 L para o filtro mecânico biológico. O mesmo é subdividido em camadas de 10 cm de cerâmica, seixo fino e areia grossa que deverão ser separados por telas tipo sombrite e servirão de substrato para as bactérias e retenção de material sólido em suspensão. O transporte da água entre os tanques de cultivo e o filtro ocorre por tubos de PVC através do sistema de bombeamento "Air-lift" e pela ação da gravidade. O sistema Air-lift utiliza a pressão pneumática para movimentar a água a partir do filtro em direção às caixas de cultivo, enquanto a força da gravidade devolve a água da caixa de cultivo de volta para o filtro (Figura 1).

Todo o ar necessário para o sistema de oxigenação das caixas de cultivo e filtro mecânico-biológico é proveniente de uma pequena rede abastecida por um compressor radial de 1/2 HP de potência. Alternativamente pode ser utilizado compressores menores para aquário com capacidade de 250 L/minuto. Pedras porosas dentro de cada tanque de cultivo e no filtro biológico devem ser utilizadas. No caso do filtro, a aeração deve ocorrer tanto nos canos que farão o transporte de água pelo sistema Air-lift de bombeamento (Figura 1), como na porção em contato com a sujeira que chega das caixas de cultivo.

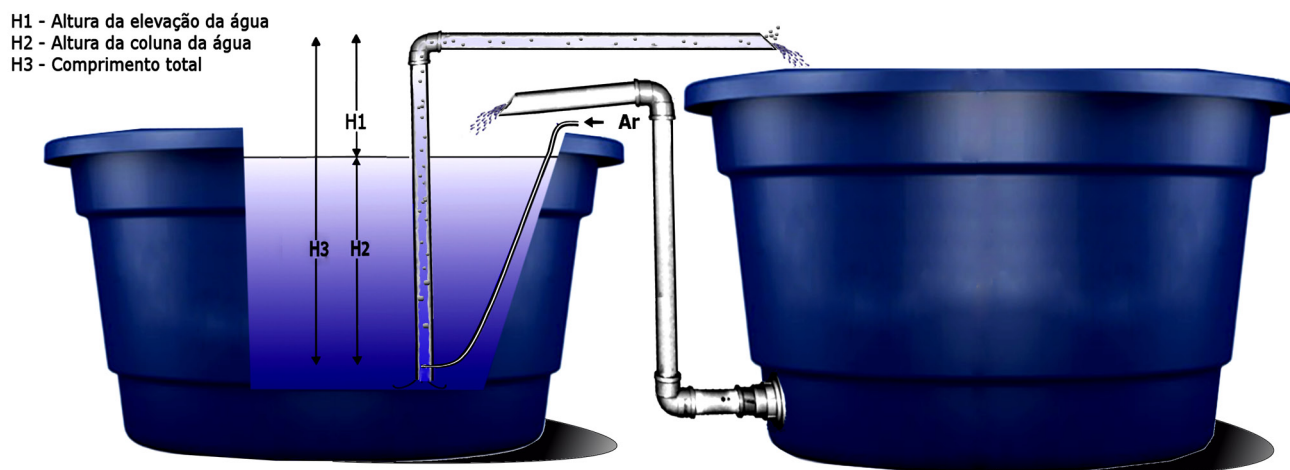


Figura 1. Esquema simplificado de funcionamento de um sistema “air-lift” de bombeamento de água, onde por pressão pneumática a água do filtro é movimentada para as caixas de cultivo, retornando para o filtro por meio da gravidade.

Materiais necessários

Ferramentas	Tanque de cultivo	Filtro mecânico-biológico	Sistema de bombeamento “Air-lift”
<ul style="list-style-type: none"> Serra e arco para tubulação Serra copo de 25 mm e Serra copo de 32 mm Furadeira Brocas de 8 mm para metal 	<ul style="list-style-type: none"> 4 caixas de água em polietileno de 1.000 L 4 flanges de PVC de 32 mm 4 adaptadores s/r PVC de 32 mm 8 joelhos de PVC de 32 mm 4 m de tubo PVC de 32 mm 1 m de tela de PVC de 10 mm de malha 12 pernambancas e 16 ripões com 80 cm de comprimento Pregos 2,5/11 	<ul style="list-style-type: none"> 3 pernambancas e 4 ripões com 70 cm de comprimento Pregos 2,5/11 1 caixa de água em polietileno de 250 L 1,2 m de tubo PVC de 50 mm 2,5 m de tubo PVC de 32 mm 2,8 m de tubo PVC de 25 mm 4 joelhos PVC de 25 mm 2 m de tubo PVC de 25 mm 3 baldes de 20 L com areia grossa 3 baldes de 20 L com seixo fino 3 baldes de 20 L com cerâmica 2 m² de tela sombrite 1 m² de tela organza 30 g de Cal hidratada 0,2 ml de NH₄NOH (amoníaco de farmácia 5%) 10 g de açúcar ou melaço 20 g de cal hidratado 	<ul style="list-style-type: none"> Soprador de ar com capacidade para 250 L/minuto 14 m de mangueira de 6 mm ou 8 mm 20 m de mangueira de 20 mm 10 conectores para irrigação 6 mm ou 8 mm 10 m de mangueira 3/4” ou 25 mm Tê 32 mm com redução para 25 mm

Montagem do sistema de recirculação e filtragem

Monte um tablado de madeira em superfície plana para facilitar a movimentação das caixas e a limpeza da área de cultivo. No limite inferior do tanque de

cultivo, insira a flange de PVC de 32 mm e conecte os demais componentes hidráulicos conforme a Figura 1. A tampa do tanque de cultivo deve ter janelas teladas (tela de PVC de 10 mm) para visualização e trato alimentar dos peixes, e para camarões telas de sombrite. Inicie a montagem do sistema de filtragem com a rede

de tubos e conexões que farão o transporte da água como mostra a Figura 2A, 2B, 2C. Toda a tubulação deve ser perfurada, para que a água que foi filtrada e tratada, penetre ativamente no interior do tubo e seja devolvida para o tanque de cultivo. Os furos devem ser feitos intercalados com calibre mínimo de 5 mm e máximo de 10 mm utilizando serra copo de 32 mm, estabeleça uma rede tipo espinha de peixes, atravessando tubos de 32 mm através de tubos de 50mm, como mostra a Figura 2A. Nas junções entre o tubo de 32 mm e 50 mm, efetuar corte lateral no tubo mais fino para passagem livre da água. Nas extremidades superiores do tubo de 50 mm, faça quatro orifícios com serra copo de 25 mm para o encaixe do tubo de 25 mm, este por sua vez, deve ter na extremidade que se conecta ao tubo de 50mm, dois cortes em “V” para facilitar o fluxo da água (Figura 2B). O joelho de PVC que se conecta na porção superior do cano de 25mm, deve ser perfurado para introdução das mangueiras de aeração com a pedra porosa.

Com a tubulação pronta, devemos preparar o material filtrante e inseri-lo (a cerâmica, o seixo fino e a areia grossa). Separadamente, lave cada material com água corrente para retirada da sujeira grossa. Preencha o fundo do filtro com uma camada de 15 cm de cada um dos materiais filtrantes, distribuindo-os uniformemente. Inicie com a cerâmica, seguido pelo seixo e areia grossa. Para separá-los e facilitar a manutenção, use tela sombrite entre seixo e cerâmica e tecido organza para separar a areia dos demais materiais, sendo que a areia deve ser inserida por último no filtro, conforme esquema na Figura 3A-F.

Maturação do filtro biológico e estabilização do sistema fechado de recirculação

Com o filtro montado, devemos iniciar o processo de maturação do mesmo que dura em torno de 10 a 15 dias (DANIELS et al., 1992). Preencha o filtro

Foto: Jô de Farias Lima

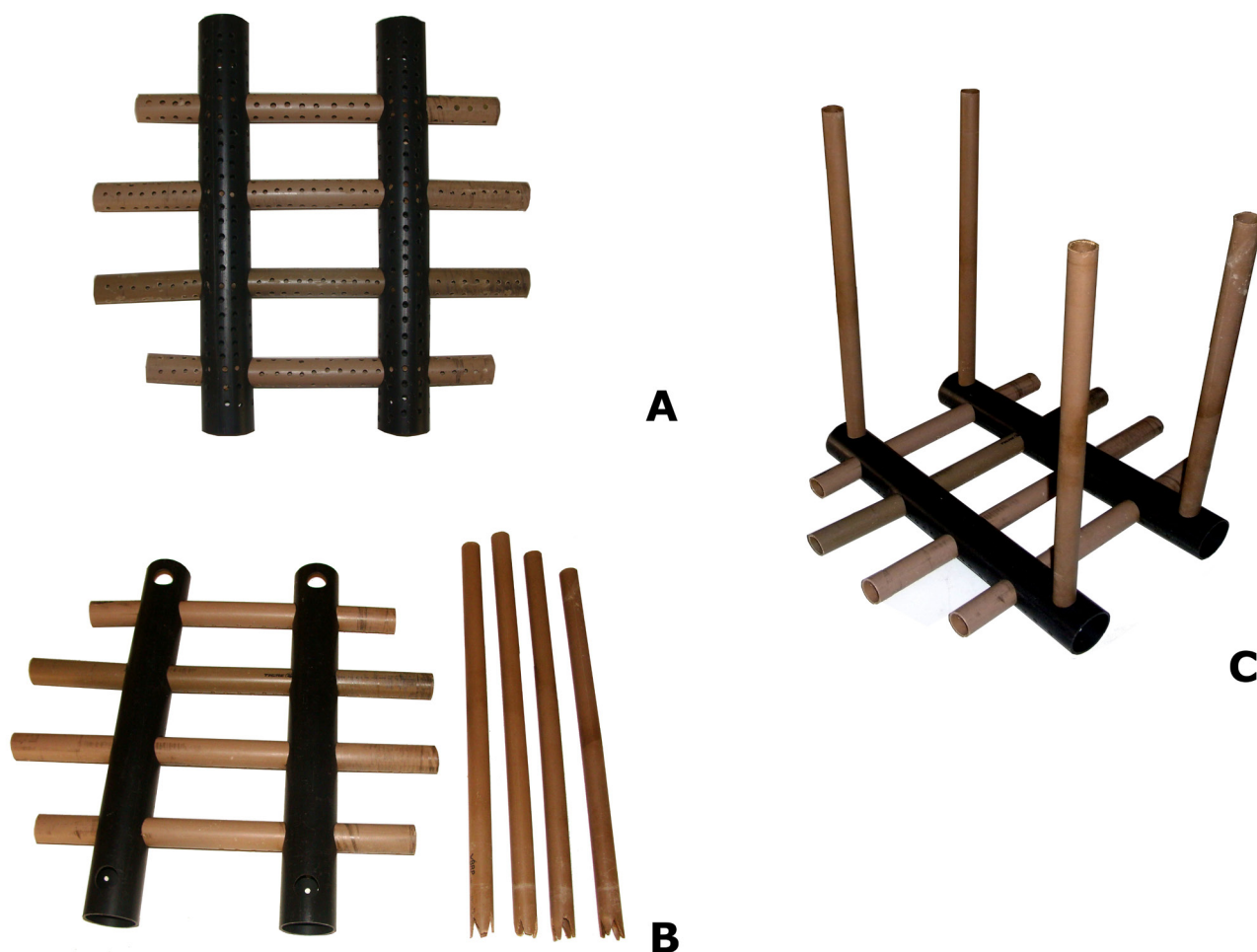


Figura 2. Esquema geral da rede de tubulações do sistema “air-lift” de bombeamento de água: vista ventral da rede inferior que entra em contato direto com o substrato (A); vista dorsal da rede e detalhes dos tubos de distribuição (B); rede montada (C).

com água e adicione 0,2 ml de NH_4NOH (amoníaco de farmácia 5%) em 1 L de água de torneira para cada 100 L de água do sistema e distribua de forma homogênea sobre a superfície do filtro. O processo pode ser acelerado com a introdução de uma fonte de carbono e corretor de pH e alcalinidade. Para

isso, dilua 10 g de açúcar ou melaço e 20 g de Cal hidratada em 1 L de água de torneira para cada 100 L de água do sistema e distribua homogeneamente sobre a superfície do filtro. Coloque a mistura a cada 5 dias até que os níveis de amônia e nitrito estejam próximos de zero. Atentar para manutenção

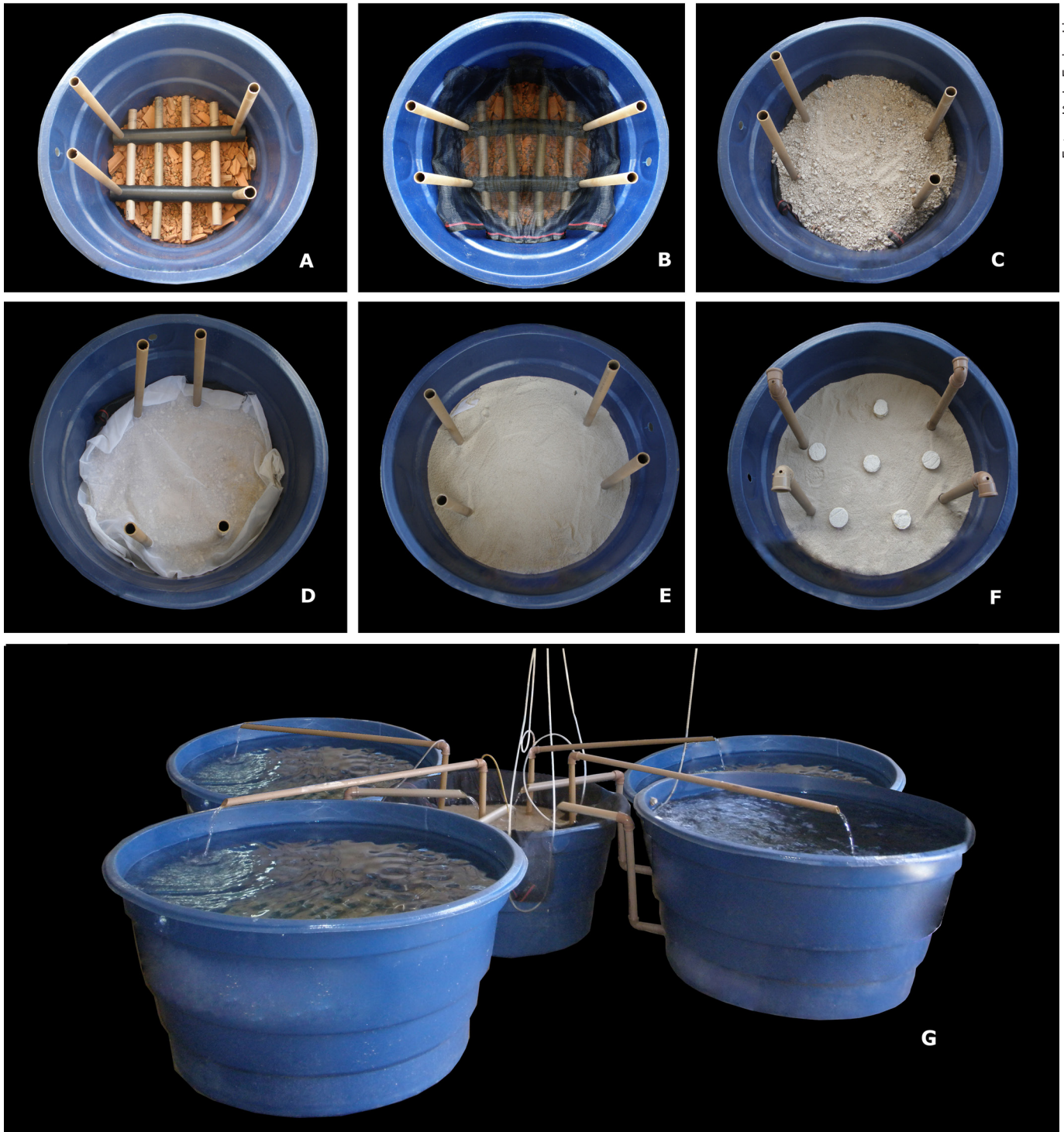


Foto: Jô de Farias Lima

Figura 3. Sequência de montagem para filtro mecânico-biológico: preparação do fundo com cerâmica e posicionamento da rede de tubos e conexões (A); inclusão de tela sombreada de proteção para seixo (B); introdução do seixo fino (C); inclusão de tela orgânica de proteção para areia grossa (D); introdução de areia grossa (E); sistema de filtragem pronto (F); aspecto geral do sistema em funcionamento (G).

constante da aeração, pois a inclusão de fonte de carbono estimula a proliferação de microrganismos e consequentemente o consumo de oxigênio. Após maturação do filtro, interligue-o aos tanques de cultivo (Figura 3G) e deixe o sistema funcionando por 5 dias para estabilização do mesmo. Verifique novamente os parâmetros de qualidade de água e faça a introdução dos peixes e camarões se a mesma estiver nas condições adequadas: pH próximo de 7, OD acima de 4,5 mg/L, amônia próximo a zero, alcalinidade entre 50 e 100 mg/L. Atentar para manutenção da aeração durante o processo de maturação dos filtros.

O monitoramento da vazão e da qualidade da água é crucial para o bom funcionamento do sistema. A vazão média entre o filtro e as caixas de cultivo deve ser de no mínimo 1,0 L/min. Monitore a qualidade da água a cada 3 dias para evitar alterações abruptas nos níveis de pH, oxigênio dissolvido, amônia e nitrito. A correção do pH e alcalinidade e a diminuição dos níveis de amônia pode ser efetuada com a adição de 20 g de Cal hidratado e 10 g de açúcar ou melaço no filtro, como mencionado anteriormente. Faça a reposição diária da água perdida por evaporação e a troca de 30% do volume de água dos tanques de cultivo quando a amônia chegar a níveis acima de 3 mg/L.

A limpeza do filtro deve ser feita a cada 30 dias e não deve durar mais que 20 minutos. Para isso, retire cuidadosamente cada um dos materiais filtrantes e lave-os em água corrente, depois devolva toda matéria em sua ordem. Após a limpeza, ponha o sistema em funcionamento e monitore os parâmetros de qualidade de água e, se necessário, efetue o procedimento de correção da água, mencionado anteriormente. Os resíduos da limpeza podem ser utilizados na irrigação de hortaliças, pois é rico em nutrientes nitrogenados e fosfatados.

Manejo alimentar

O manejo alimentar está intimamente relacionado com a biomassa utilizada no sistema, para isso é necessária uma avaliação periódica do peso dos animais, a cada 7, 15 ou 30 dias. A biomassa é obtida multiplicando-se o número de animais existentes em cada tanque pelo seu peso médio. A oferta diária de ração deve aumentar à medida que os animais crescem, podendo ser de até 5%

do valor da biomassa quando os animais estiverem na fase de recria. A frequência alimentar, isto é, o número de vezes que os peixes e os camarões devem ser alimentados por dia, pode variar em função da temperatura, da espécie, da idade ou tamanho dos peixes e da qualidade da água do tanque. No caso do tambaqui e seus híbridos, bem como do camarão-da-Amazônia recomenda-se o trato alimentar de três a cinco vezes ao dia. Quando a temperatura diminui, o consumo de ração é menor e, portanto, o seu fornecimento deve ser monitorado. O ideal é fornecer a ração sempre nos mesmos horários, para que haja um condicionamento alimentar dos animais cultivados no sistema. Para tambaqui (*Colossoma macropomum*) na fase de recria, recomenda-se a utilização de ração extrusada e balanceada com, no mínimo, 36 % de proteína bruta nos primeiros 30 dias de cultivo e de 32% nos 30 dias restantes até o peso de 100 g (MELO et al., 2001). A quantidade de ração ofertada deve ser ajustada de acordo com os dados de acompanhamento de ganho de peso.

Medidas profiláticas

As boas condições sanitárias no cultivo podem ser obtidas efetuando medidas profiláticas simples, tais como:

- Manusear os peixes o mínimo necessário, para evitar estresse.
- Fornecer ração de boa qualidade, corretamente formulada, de boa procedência e armazenada adequadamente.
- Evitar o fornecimento excessivo de ração, pois haverá desperdício da mesma e as sobras que ficarem na água podem fermentar, comprometendo a qualidade da água.
- Realizar regularmente o monitoramento da qualidade de água e correção da mesma quando necessário.
- Desinfetar semanalmente os materiais e equipamentos utilizados na piscicultura com solução de formol a 5% durante 30 minutos.
- Após desinfecção, deixar os materiais (redes, puças e baldes) lavados e secos.
- Em caso de contaminação por bactéria ou fungos, os peixes infectados devem receber banhos de sal e ser transferidos para tanques higienizados.

- O filtro deve ser desmontado e seus substratos filtrantes devem ser desinfetados com cloro a 5% por 24 horas, lavados em água corrente e secos ao sol.
- A manutenção da vazão da água e oxigenação é importante e deve ser regularmente acompanhada. A principal causa da variação da vazão de água e oxigênio se deve a constrição que ocorre nas tubulações devido ao crescimento de algas, bactérias e fungos que proliferam em decorrência dos altos níveis de nutrientes e matéria orgânica existente na água.
- Proceder limpeza dos filtros a cada 30 dias.

Nota: A profilaxia (prevenção) facilita o manejo, organiza o ciclo produtivo e previne doenças em seu plantel a custos bem menores quando comparados à realização de um tratamento, pois uma vez instalada a doença nos peixes, é difícil o tratamento. O piscicultor deve sempre buscar a prevenção de doenças ao invés do tratamento dessas, pois dependendo do estágio da doença, o problema pode ser irreversível.

Agradecimentos

Aos colegas revisores pelas valiosas críticas e sugestões ao texto.

Aos alunos Cleuton Barbosa Pinto, Osiel Amoras de Araújo Júnior e Elane Tavares Lobo pela colaboração na montagem do Sistema de Aquicultura de Recirculação.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária pelo estrutural e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pelo apoio financeiro efetuado, conforme processo nº 444367/2014-4.

Referências

- ALI, M.; HAYWARD, R. S.; BAJER, P. G.; WHITLEDGE, G. W. Maintenance/submaximum feeding schedules for reducing solid wastes and improving feed conversion in aquaculture. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 41, n. 3, p. 319-331, Jun. 2010.
- DANIELS, W. H.; D'ABRAMO, J. R.; DE PARSEVAL, L. Design and management of a closed, recirculating "Clearwater" hatchery system for freshwater prawns, *Macrobrachium rosenbergii* de Man, 1879. **Journal of Shellfish Research**, v. 11, n. 1, p. 65-73, 1992.
- MARENGONI, N. G.; MOTA, F. L. S.; GOMES, R. B.; FERNANDES F. F. B.; OLIVEIRA, N. T. E.; OGAWA, M. Qualidade física e química da água em sistema fechado de recirculação durante o cultivo de juvenis de tilápia-do-nilo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 2, p. 927-934, mar./abr. 2013.
- MARTINS, C. I. M.; EDING, E. H.; SCHNEIDER, O.; RASMUSSEN, R.; OLESEN, B.; PLESNER, L.; VERRETH, J. A. J. **Recirculation aquaculture systems in Europe**. Oostende: CONSENSUS, 2005. 31 p. (CONSENSUS Working Group 3. Recirculation systems). Scientific report.
- MARTINS, C. I. M.; EDING, E. P.; VERRETH, J. A. J. The effect of recirculating aquaculture systems on the concentrations of heavy metals in culture water and tissues of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. **Food Chemistry**, v. 126, n. 3, p. 1001-1005, Jun. 2011.
- MASSER, M. P.; RAKOCY, J.; LOSORDO, T. M. **Recirculating Aquaculture tank production systems: management of recirculating systems**. Stoneville: Southern Regional Aquaculture Center, 1999. 12 p. (SRAC Publication No. 452).
- MELO, L. A. S.; IZEL, A. C. U.; RODRIGUES, F. M. **Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros de argila/barragens no Estado do Amazonas. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental**, 2001. 30 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 18).
- PIEDRAHITA, R. H. Reducing the potential environmental impact of tank aquaculture effluents through intensification and recirculation. **Aquaculture**, v. 226, n. 1-4, p. 35-44, Oct. 2003.
- SCHNEIDER, O.; SCHRAM, E.; POELMAN, M.; ROTHUIS, A.; VAN DUIJN, A.; VAN DER MHEEN, H. Practices in managing finfish aquaculture using RAS technologies, the dutch example. In: WORKSHOP ON ADVANCING THE AQUACULTURE AGENDA, Paris, 2010. [Memories...]. Paris: OECD Conference Centre, 2010. Session 2 – Best practices in aquaculture management and development.
- SUMMERFELT, S. T.; SHARRER, M. J.; TSUKUDA, S. M.; GEARHEART, M. Process requirements for achieving full-flow disinfection of recirculating water using ozonation and UV irradiation. **Aquacultural Engineering**, v. 40, n. 1, p. 17-27, Jan. 2009.

TAL, Y.; SCHREIER, H. J.; SOWERS, K. R.; STUBBLEFIELD, J. D.; PLACE, A. R.; ZOHAR, Y. Environmentally sustainable land-based marine aquaculture. **Aquaculture**, v. 286, n. 1-2, p. 28–35. Jan. 2009.

VERDEGEM, M. C. J.; BOSMA, R. H.; VERRETH, J. A. J. Reducing water use for animal production through aquaculture. **International Journal of Water Resources Development**, v. 22, n. 1, p. 101–113, Mar. 2006.

ZOHAR, Y.; TAL, Y.; SCHREIER, H. J.; STEVEN, C.; STUBBLEFIELD, J.; PLACE, A. Commercially feasible urban recirculated aquaculture: addressing the marine sector. In: COSTA-PIERCE, B. (Ed.). **Urban Aquaculture**. Cambridge: CABI Publishing, 2005. p. 159–171.

Comunicado Técnico, 136

Embrapa Amapá
Rodovia Juscelino Kubitschek, km 05, nº 2600
Caixa Postal 10
CEP 68903-419 / 68906-970, Macapá, AP
Fone: (96) 4009-9500 / Fax: (96) 4009-9501
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição
Versão eletrônica (2015)



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



Comitê Local de Publicações

Presidente: Marcos Tavares-Dias
Secretário-Executivo: Aderaldo Batista Gazel Filho
Membros: Adelina do Socorro Serrão Belém,
Eliane Tie Oba Yoshioka, Gustavo Spadotti Amaral
Castro, Luis Wagner Rodrigues Alves, Rogério
Mauro Machado Alves

Revisora Técnica: Patrícia Oliveira Maciel –
Embrapa Pesca e Aquicultura

Expediente

Supervisão editorial e normalização bibliográfica:
Adelina do Socorro Serrão Belém
Revisão de texto: Úrsula Stephanie Ferreira de Souza
Editoração eletrônica: Fábio Sian Martins
Foto da capa: Jô de Farias Lima